



## **Oversigt og analyse af bæredygtigheden af biomasseproduktion baggrundsnotat til + 10 mio. tons planen**

Bentsen, Niclas Scott

*Publication date:*  
2012

*Document version*  
Også kaldet Forlagets PDF

*Citation for published version (APA):*  
Bentsen, N. S., (2012). *Oversigt og analyse af bæredygtigheden af biomasseproduktion: baggrundsnotat til + 10 mio. tons planen*, 9 s.

# BAGGRUNDSNOTAT:

## Oversigt og analyse af bæredygtigheden af biomasseproduktion

Niclas Scott Bentsen

Skov & Landskab, Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet  
2012



### + 10 MIO. TONS PLANEN

muligheder for en øget dansk produktion  
af bæredygtig biomasse til bioraffinaderier



## Forord

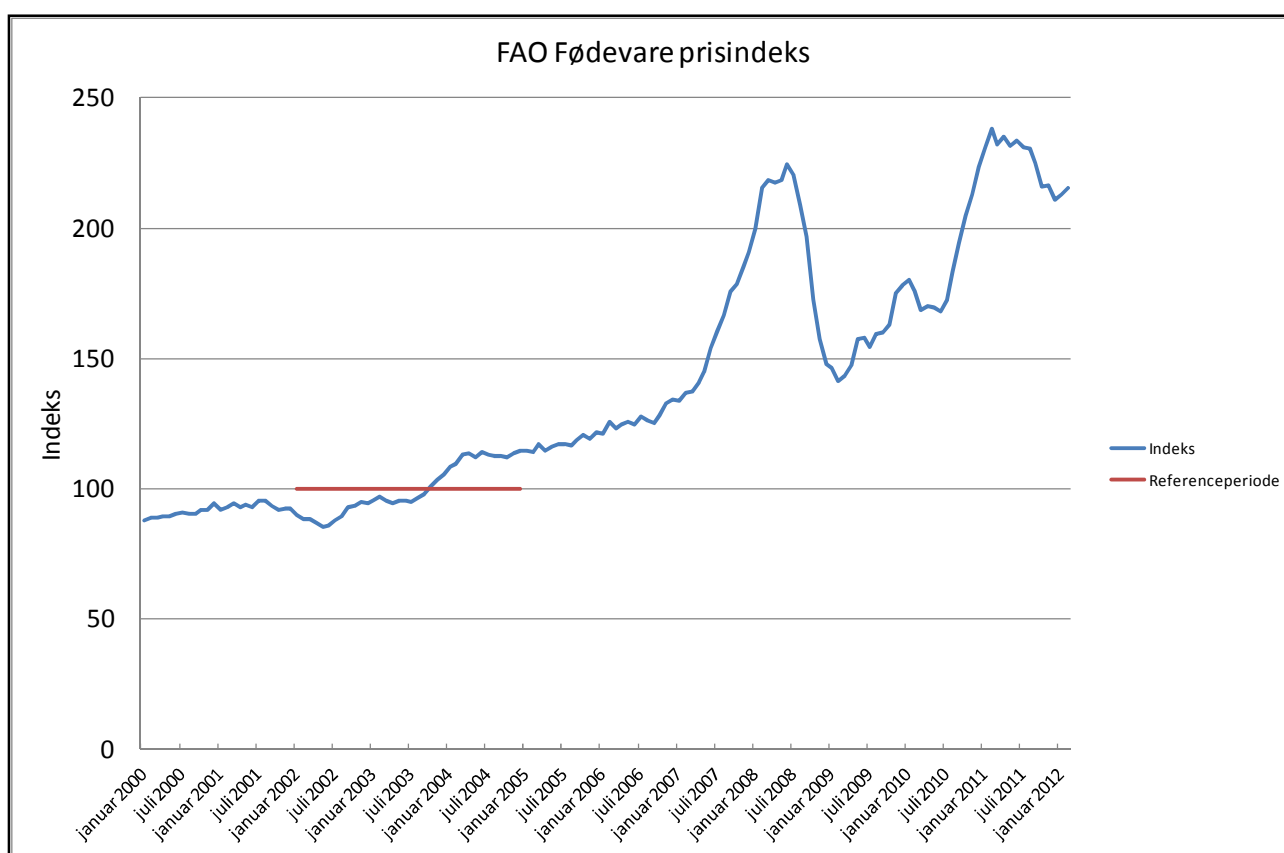
Ønsket om at skabe bæredygtige løsninger inden for energisektoren har fået forskere på Københavns Universitet, Aarhus Universitet og forsknings- og udviklingsmedarbejdere fra DONG Energy til at indgå en samarbejdsaftale, der vil starte konkrete initiativer inden for forskning og uddannelse i grøn energi. En vigtig del af samarbejdet er en undersøgelse af, hvordan vi kan producere yderligere biomasse i forhold til i dag uden at det går ud over fødevareproduktionen, foderproduktionen eller miljøet.

I dette notat analyseres bæredygtighedsaspekter omkring udnyttelse og evt. øget udnyttelse af biomasse fra Danmarks skove. Der fokuseres på bæredygtighed i forhold til miljø og arealanvendelse. Økonomi, sociale og etiske forhold er beskrevet i andre notater. Notatet er udarbejdet i forbindelse med projektet kaldet "10 millioner tons-planen". Projektet er del af den samarbejdsaftale, som Københavns Universitet, Aarhus Universitet og DONG Energy indgik i december 2011, der skal være med til at lancere konkrete initiativer inden for forskning og uddannelse i grøn energi.

# Bæredygtigheden ved anvendelse af biomasse til energi og materialer

## Introduktion

Der har længe været fokus på bæredygtighed og etiske problemer i relation til brug af biomasse til energi og materialer. Fokus i den vestlige verden har overvejende været på anvendelsen af biomasse til energi og særligt til flydende biobrændstoffer. Debatten tog i særlig grad fart, da priserne på landbrugsprodukter steg voldsomt fra indeks 134 i begyndelsen af 2007 til det toppede i juni 2008 ved indeks 224 (figur 1). Siden har prisindekset været nede omkring 140-150, men har i hele 2011 ligget over 200. Der ses ikke en entydig sammenhæng mellem produktionen af biobrændstof og fødevarerpriser. Den globale produktion af flydende biobrændstoffer er konsekvent steget det seneste tiår (figur 2), mens fødevarerpriserne har fluktueret betydeligt (figur 1).



Figur 1. FAO's fødevarer prisindeks fra januar 2000 til august 2011. Index 100 er gennemsnittet fra 2002-2004. Data fra [www.fao.org](http://www.fao.org).

At der er en sammenhæng mellem biobrændstoffer og fødevarerpriser synes dog oplagt, men der er betydelig uenighed omkring hvor stor indflydelse produktionen af biobrændstof har på verdens fødevarerpriser og dermed på konkurrencen mellem brændstof og fødevarer. I 2008 udsendte Verdensbanken en rapport, der anslog, at 70-75 % af den prisstigning i fødevarer, der var konstateret fra 2002 til 2008 skyldtes produktion af biobrændstoffer (Mitchell 2008). Den Engelske nødhjælpsorganisation Oxfam vurderede i 2008 (Bailey 2008), at stigningen i fødevarerpriser for 30

% vedkommende skyldtes biobrændstoffer. En Verdensbank rapport fra 2010 (Baffes and Haniotis 2010) finder, at mange tidligere estimater af biobrændstofferne indflydelse på fødevarepriser var overdrevne. Nok havde biobrændstoffer en rolle i de stigende fødevarepriser i 2006-08, men kun marginalt. Andre årsager til stigende fødevarepriser, der peges på, er svindende lagre af fødevarer og følgende økonomisk spekulation i råvaremarkedet, en svag dollar, høje oliepriser samt økonomiske og politiske støtteordninger i den vestlige verden inden for landbrug og energi.

I et forsøg på at vurdere fremtidige effekter på fødevarepriser har IFPRI<sup>1</sup> (Al-Riffai, Dimaranan et al. 2010) for Europa-Kommissionen udarbejdet en analyse af effekten på fødevarepriser forårsaget af EU's 2020 mål om biobrændstof i transportsektoren og finder, at effekten på fødevarepriser vil være begrænset, med maksimalt 0,5 % stigning i Brasilien og 0,14 % stigning i Europa. IIASA<sup>2</sup> (Fischer, Hizsnyik et al. 2010) har for OFID<sup>3</sup> analyseret en række scenarier for produktion af biobrændstoffer og finder globale prisstigninger for korn og andre afgrøder mellem ~10 % og ~35 % i 2020 og 2030 som følge af biobrændstofproduktion. I lighed med IFPRI vurderer IIASA, at øget produktion af biobrændstoffer vil medføre prisfald på proteinafgrøder som f.eks. soja.

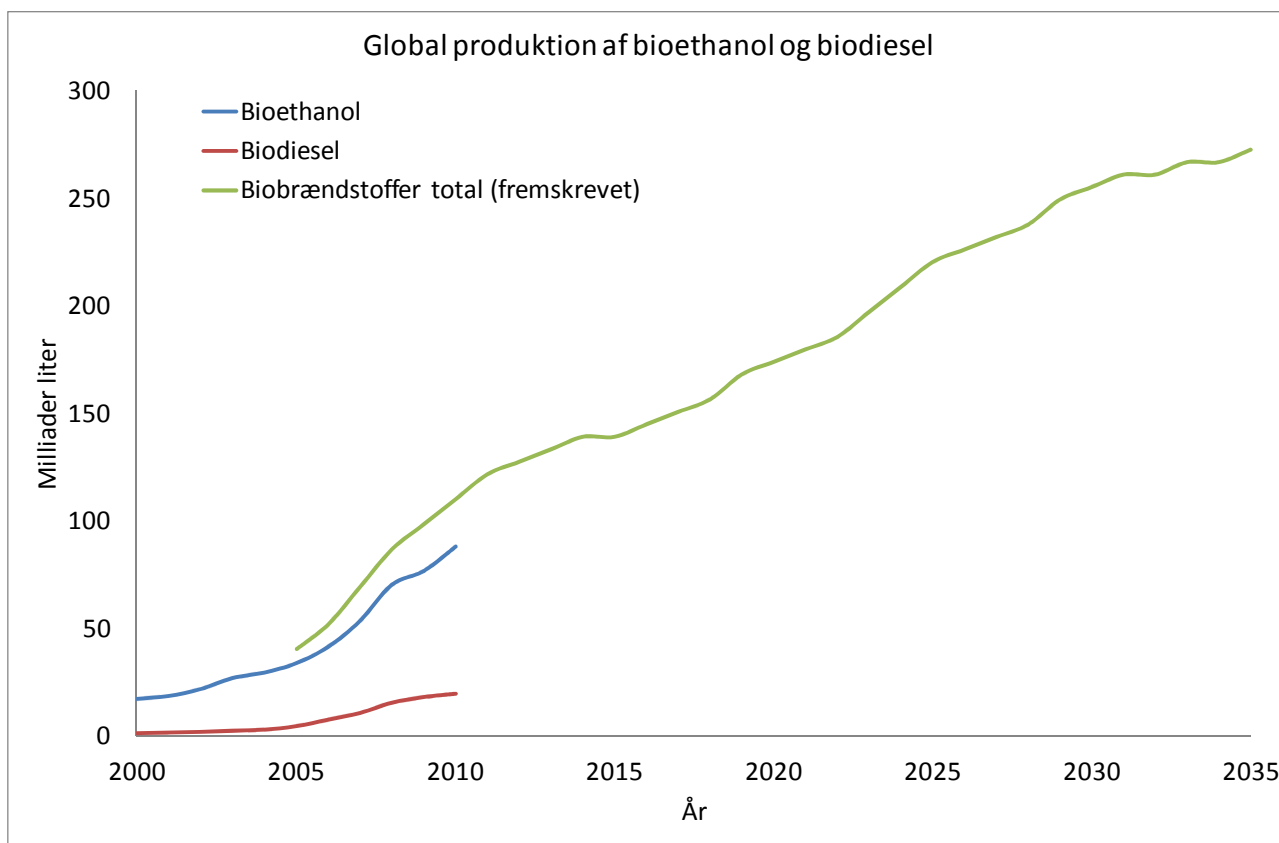
I flere rapporter peges der også på, at bioenergistrategier rummer økonomiske udviklingsmuligheder for fattige lande. F.eks. strategier, der understøtter den fattige befolknings efterspørgsel, hvilket for det meste ikke er bioethanol eller biodiesel (Bailey 2008), eller produktion af forædlede energiprodukter frem for produktion af råvarer (Fischer, Hizsnyik et al. 2010).

---

<sup>1</sup> International Food Policy Research Institute.

<sup>2</sup> International Institute for Applied Systems Analysis

<sup>3</sup> OPEC Fund for International Development



Figur 2. Global produktion af bioethanol og biodiesel. USA er største producent af bioethanol. USA, Brasilien og Kina står for ca. 75 % af den globale bioethanol produktion. 56 % af verdens biodiesel produceres i Europa. Tyskland og Frankrig er de største producenter med i alt 53 % af den europæiske biodieselproduktion. Data fra (U.S. Energy Information Administration 2011) og (Conti and Holtberg 2011).

### Bioenergi og arealrelaterede miljøpåvirkninger

Produktion af biomasse er forbundet med forbrug af areal. Brug af areal til f.eks. landbrug eller skovbrug medfører alt andet lige, at der er mindre plads til hvad vi normalt vil betegne som natur. Der er en indbygget konflikt mellem ønsket om at begrænse vores arealmæssige fodaftryk samtidig med at vi efterspørger ekstensivere skovbrug og landbrugsdrift, og også gerne vil anvende mere biomasse til produktion af energi og materialer.

I vurderingen af biomasseproduktionens påvirkning af arealforbrug bør man foretage både en kvantitativ og en kvalitativ vurdering; hvor meget areal bruges til eller skal bruges til biomasseproduktion og hvad er kvaliteten af den arealanvendelse. Hvis øget anvendelse af biomasse resulterer i at naturlige økosystemer (særligt skov) konverteres vil den reduktion i CO<sub>2</sub> udledninger som biomassen kan bidrage med blive modsvaret af en ekstra CO<sub>2</sub> udledning fra selve arealkonverteringen som det kan tage op til adskillige hundrede år at kompensere (Fargione, Hill et al. 2008). Ved konvertering af naturlige økosystemer opbygges en stor kulstofgæld. Er det i stedet marginale jorder, midlertidig brak eller landbrugsjord i omdrift, der konverteres til biomasseproduktion, kan der ske en kulstofopbygning, særligt hvis enårige afgrøder konverteres

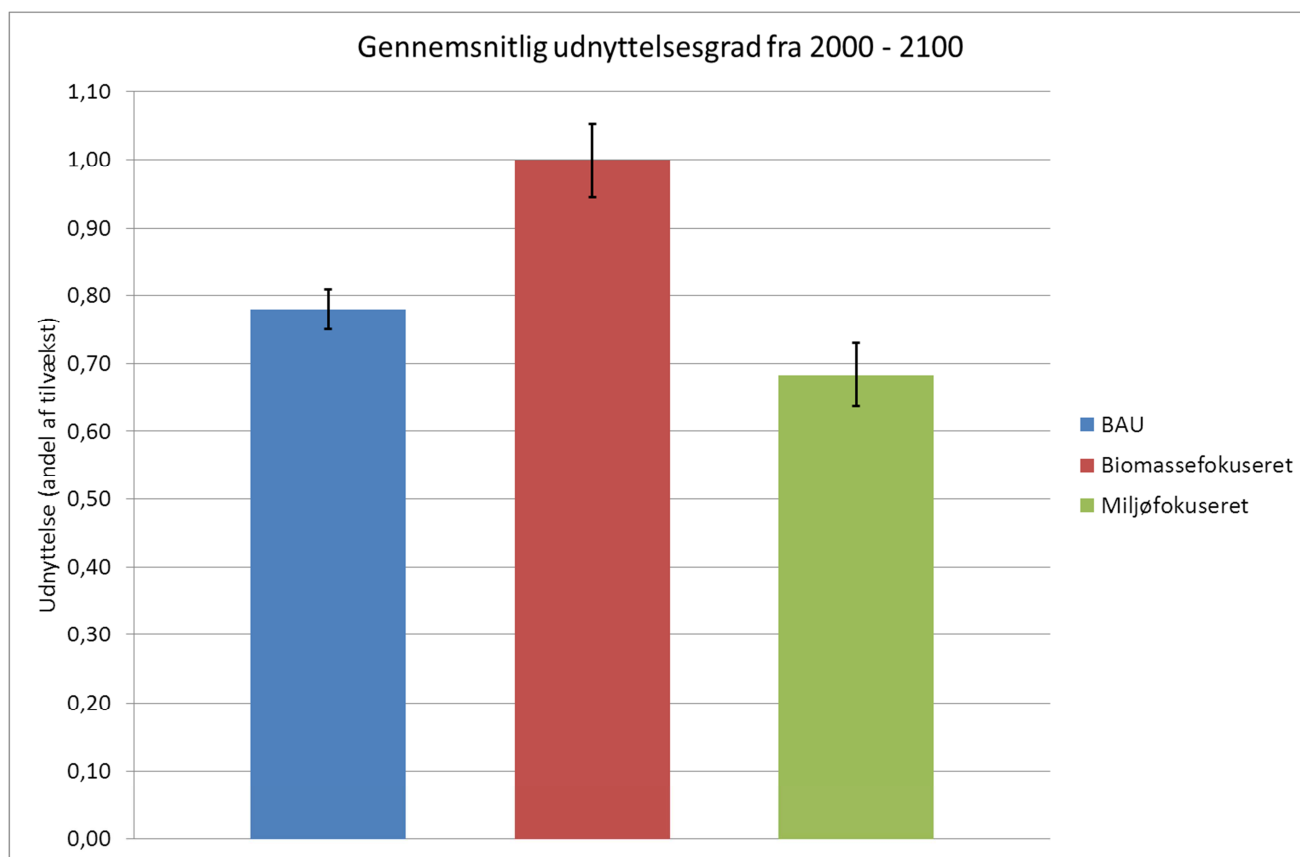
til flerårige arter. Hvilken type land, der i et konkret tilfælde vil blive konverteret for at tilfredsstille en konkret øget efterspørgsel på bioenergi afhænger af mange faktorer. Jordpriser, afgrødeudbytte, afgrøders salgpris, transportafstande, reguleringsmæssige begrænsninger, landbrugsstøtteordninger er blot nogle af de faktorer, der er i spil.

## +10 millioner tons planens scenarier

De tre scenarier, der er udviklet til +10 millioner tons planen har forskellig påvirkning af en lang række miljømæssige faktorer og dermed på bæredygtigheden.

### Udnyttelsesgrad

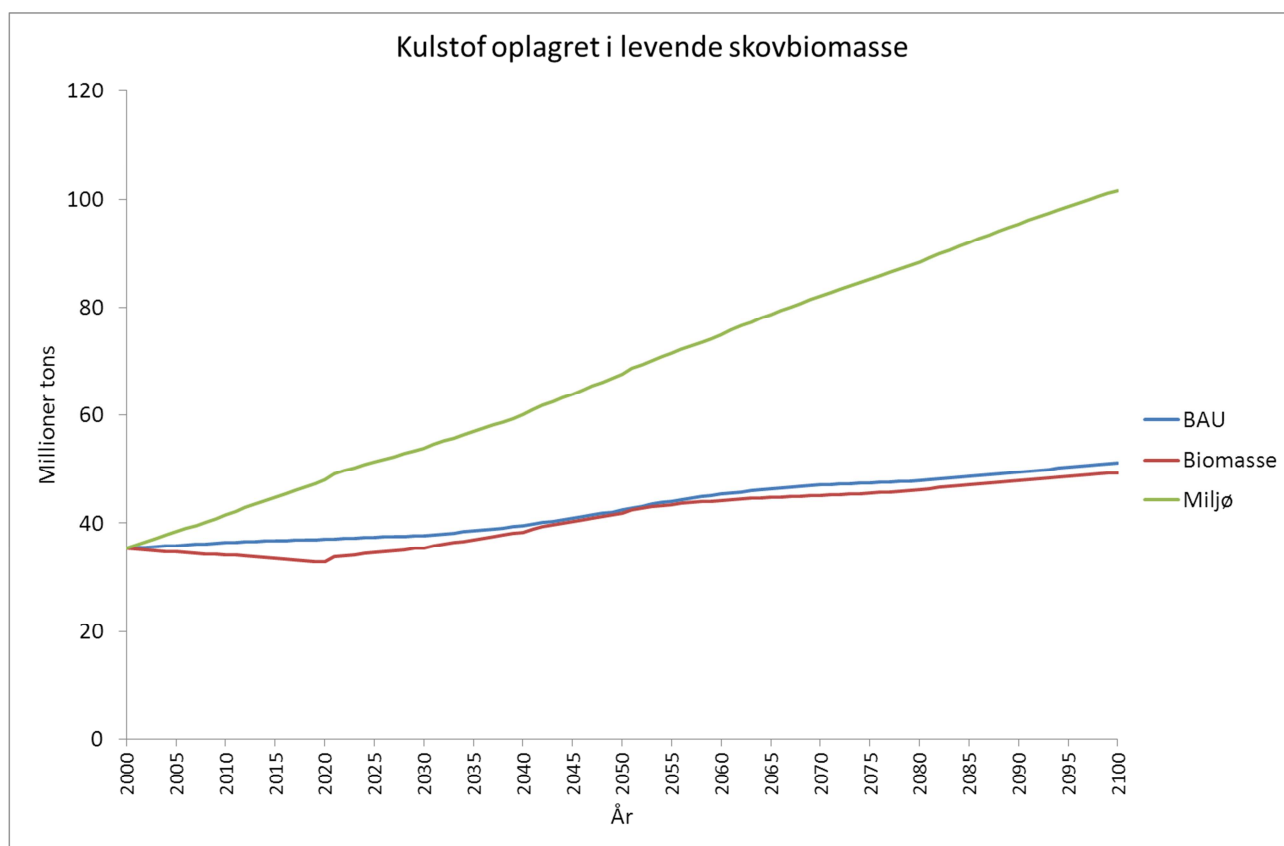
En af de faktorer, der adskiller scenarierne er graden af udnyttelse af den primære biomasseproduktion. Biomassescenariet forudsætter en øget mobilisering af biomasse hvorved udnyttelsesgraden øges fra knapt 80 % af den overjordiske biomasse til meget tæt på 100 % udnyttelse af den overjordiske biomasseproduktion. Miljøscenariet peger i den modsatte retning, med en udnyttelsesgrad på under 70 %. Den øgede udnyttelse vil alt andet medføre, at mængden af dødt ved i skoven reduceres.



Figur 3. Udnyttelsesgrad (høstet biomasse i forhold til overjordisk biomassetilvækst) i de tre scenarier som gennemsnit over hundrede år fra år 2000 til 2100. Fejllinjer angiver en standardafvigelse på gennemsnittet.

## Kulstoflagring

Skovene har i modsætning til typisk landbrugsproduktion et stort potentiale for at oplagre kulstof i den levende biomasse. De tre scenarier har indflydelse på mængden af kulstof, der oplagres i de danske skove (figur 4). Af de tre scenarier er det i særlig grad miljøscenariet, der skiller sig ud med et stort potentiale for lagring af kulstof. Det vurderes at miljøscenariet i år 2100 vil kunne oplagre omkring 100 millioner tons kulstof. Biomassescenariet og BAU er nogenlunde ens og vil i år 2100 have oplagret omkring 45 millioner tons.



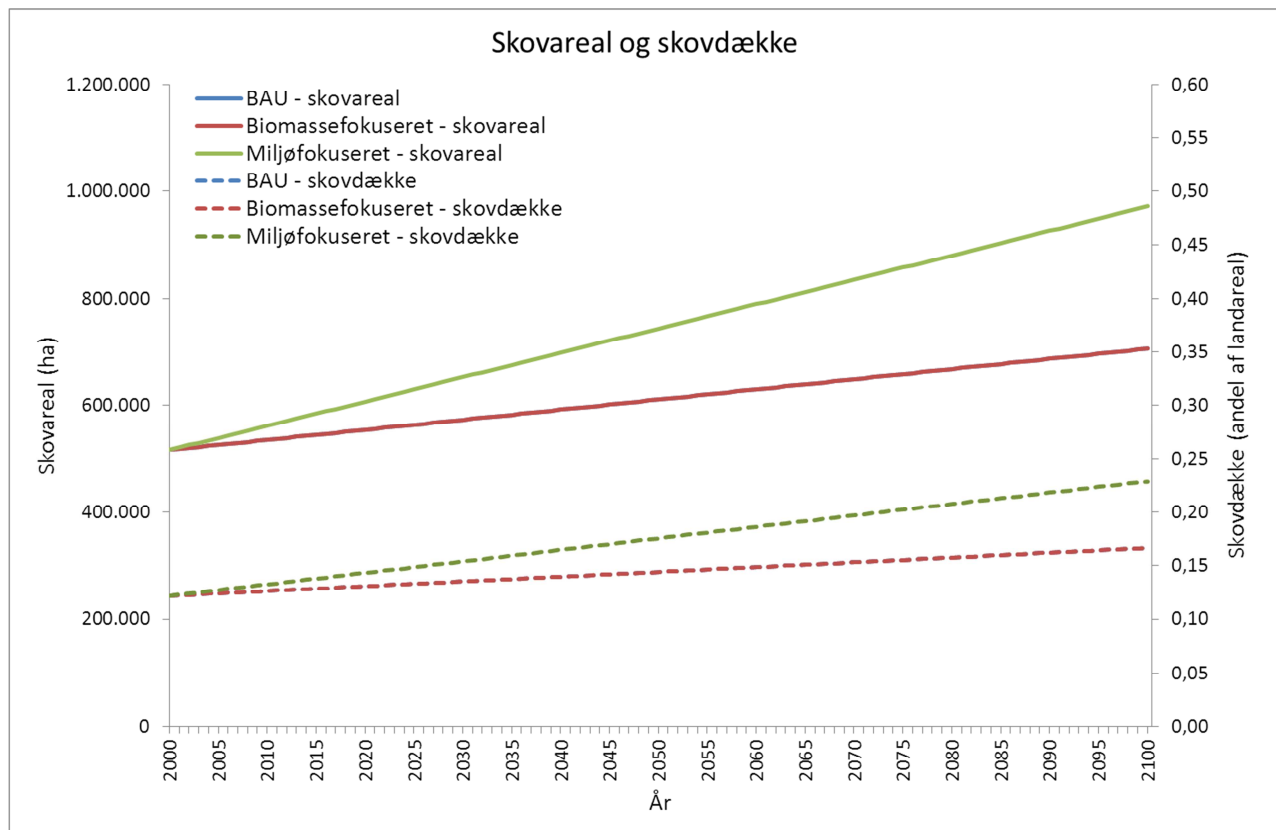
Figur 4. Udvikling fra år 2000 til 2100 i mængden af kulstof oplagret i levende biomasse i Danmarks skove i de tre scenarier.

## Skovrejsning

Folketinget vedtog i 1989 at skovarealet i Danmark skulle fordobles inden for en trægeneration (80-100 år). Denne målsætning er stadig gældende (Skov- og Naturstyrelsen 2002), men målet nås ikke med den nuværende skovrejsningsindsats. Ifølge skovrejsningsprogrammet skulle der hvert år rejses ca. 4500 ha ny skov. Indtil nu er det blevet til 1900 ha om året i gennemsnit. I miljøscenariet opprioriteres skovrejsningen således at der tilplantes 4500 ha om året. I 2020 når miljøscenariet op på 607.000 ha skov og i 2100 972.000 ha svarende til 23 % af Danmarks areal (figur 5). I biomasse og BAU-scenarierne antages en årlig skovrejsning på 1900 ha og disse når i 2100 op på 706.000 ha eller 17 % af landets areal.



Arealet med skov er vigtigt for en række miljømæssige parametre. Udvaskningen af næringsstoffer til vandmiljøet er generelt lavere fra skov end fra traditionelle landbrugsafgrøder. Det skyldes dels at forbruget af kunstgødning er mindre i skov, dels at det permanente rodsystem sikrer bedre tilbageholdelse af vand, partikler og næringsstoffer. Skov har også betydning for biodiversiteten idet en stor del af Danmarks truede arter (røddlistearter) er særligt tilknyttet gammel løvskov (Wind and Pihl 2010). Denne biodiversitet tilgodeses på kort i miljøscenariet ved udlæg af 47000 ha gammel løvskov som urørt, men også på langt sigt ved skovrejsning.



Figur 5. Skovareal fra år 2000 til 2100 i de tre scenarier. Kurverne for BAU og biomassescenarierne er sammenfaldende.

### Biomasseudtag og produktivitet

Der er forsket intensivt i hvordan fjernelse af biomasse fra økosystemer påvirker økosystemernes produktivitet, sundhed, stabilitet, resiliens m.m.

Da træ, globalt såvel som i Danmark, er den største bidragsyder til produktion af bioenergi er der videnskabeligt fokus på effekterne af at fjerne (mere) biomasse fra skovene til energiformål. Under Danske forhold har Nord-Larsen (Nord-Larsen 2002) undersøgt effekten på produktivitet i rødgran ved forskellige former for udtag af biomasse i forbindelse med tidlige tyndinger. Resultaterne antyder, at når biomasse udtages på en sådan måde at mange primære næringsstoffer (N, P og K) fjernes er resultatet en produktivitsnedgang på 5-18 % i forhold til andre former for udtag. Når hele træer fjernes fra skoven umiddelbart efter skovning sker der et

stort udtag af næringsstoffer i form af nåle og kviste. Hvis træerne bliver efterladt i skoven til at tørre inden udtag bliver de fleste næringsstoffer i skoven og vækstreduktion undgået. Tilsvarende resultatet er fundet for rødgran under boreale forhold (Helmisaari, Hanssen et al. 2011) særligt med fokus på, at udtag af kvælstof (N) fra skovøkosystemer medfører vækstreduktion. Forsøgene viser også stor variation indenfor og mellem forsøgslokaliteter, hvilket vanskeliggør konkrete anbefalinger af generel værdi.

Et nyligt større internationalt review understøtter ovenstående erfaring (Thiffault, Hannam et al.) og finder desuden, at høst af hele træer (stamme, grene og toppe) som alternativ til stammehøst (grene og toppe efterlades) kan medføre en reduktion i skovjordens kulstofindhold. Dog kun på skovjorder, der i forvejen har et lavt kulstofniveau. Thiffault et al. (Thiffault, Hannam et al.) konkluderer også, at der ikke kan angives universelle retningslinjer for hvor meget biomasse, der bæredygtigt kan udtages af skov, da det er en vekselvirkning mellem klima, jordbund, næringsstoftilgængelighed og træarternes autoøkologi<sup>4</sup>.

Som det også er vist for udtag af biomasse fra landbrugsarealer finder Helmisaari et al. (Helmisaari, Hanssen et al. 2011), at den vækstreduktion der følger af udtag af for meget kvælstof i form af biomasse kan undgås ved kompenserende gødskning med kvælstof. Kompensationsgødskning med akse fra træflisfyrede varmekilder er visse steder anvendt. Der er forholdsvis få erfaringer med tilbageførsel af flisaske. Erfaringerne tyder på, at flisaske kan være med til at opretholde biomasseproduktion på langt sigt, men ikke øge produktionen (Vesterdal, Raulund-Rasmussen et al. 2011). Aske indeholder forholdsvis lidt kvælstof, som er den begrænsende faktor for mertilvækst i danske skove.

---

<sup>4</sup> Autoøkologi beskriver individuelle arter eller individers samspil med miljøet.

## Referencer

- Al-Riffai, P., B. Dimaranan, et al. (2010). Global Trade and Environmental Impact Study of the EU Biofuels Mandate. Washington, International Food Policy Research Institute.
- Baffes, J. and T. Haniotis (2010). Placing the 2006/08 Commodity Price Boom into Perspective. World Bank Policy Research Working Paper Series. Washington, US, World Bank. **5371**.
- Bailey, R. (2008). Another Inconvenient Truth: How biofuel policies are deepening poverty and accelerating climate change. Oxfam Briefing Paper. Oxford, UK, Oxfam International. **114**.
- Conti, J. and P. Holtberg, Eds. (2011). International Energy Outlook 2011. Washington, US, U.S. Energy Information Administration.
- Fargione, J., J. Hill, et al. (2008). "Land Clearing and the Biofuel Carbon Debt." Science **319**(5867): 1235-1238.
- Fischer, G., E. Hitznyik, et al. (2010). Biofuels and Food Security. Vienna, Austria, The OPEC Fund for International Development / International Institute for Applied Systems Analysis.
- Helmisaari, H.-S., K. H. Hanssen, et al. (2011). "Logging residue removal after thinning in Nordic boreal forests: Long-term impact on tree growth." Forest Ecology and Management **261**(11): 1919-1927.
- Mitchell, D. (2008). A Note on Rising Food Prices. World Bank Policy Research Working Paper Series. Washington, US, World Bank. **4682**.
- Nord-Larsen, T. (2002). "Stand and site productivity response following whole-tree harvesting in early thinnings of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.)." Biomass and Bioenergy **23**(1): 1-12.
- Skov- og Naturstyrelsen (2002). Danmarks nationale skovprogram, Miljøministeriet.
- Thiffault, E., K. D. Hannam, et al. "Effects of forest biomass harvesting on soil productivity in boreal and temperate forests — A review." Environmental Reviews **19**: 278-309.
- U.S. Energy Information Administration (2011). International Energy Statistics, U.S. Department of Energy.
- Vesterdal, L., K. Raulund-Rasmussen, et al. (2011). Askens indflydelse på tilvæksten. Skoven, Dansk Skovforening: 318-319.
- Wind, P. and S. Pihl (2010). Den danske rødliste. Århus, Danmarks Miljøundersøgelser - Århus Universitet.